



Guía Docente.

Escenarios 1, 2 y 3:

QUÍMICA ANALÍTICA DEL MEDIO AMBIENTE



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2021-2022

**ESCENARIO 1. PRESENCIAL****I.-IDENTIFICACIÓN**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Química Analítica del Medio Ambiente
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Optativa
MATERIA:	Química Analítica Avanzada
MÓDULO:	Avanzado
TITULACIÓN:	Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Prime semestre (cuarto curso)
DEPARTAMENTO/S:	Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A		
Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	YOLANDA MADRID ALBARRÁN
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QA-405
	e-mail:	ymadrid@ucm.es
Grupo B		
Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	M ^a MILAGROS GÓMEZ GÓMEZ
	Departamento:	Química Analítica
	Despacho:	QB-436
	e-mail:	mmgomez@ucm.es

II.- OBJETIVOS**■ OBJETIVO GENERAL**

Se busca que los alumnos adquieran los conocimientos suficientes para aplicar criterios analíticos a problemas relacionados con el medio ambiente y el control de la contaminación ambiental. Se pretende que el alumno conozca la forma de abordar el análisis de muestras ambientales en sus diferentes etapas, incluyendo la toma y el tratamiento de las muestras, su análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- o Conocer el papel que juega la Química Analítica en la resolución de problemas ambientales.
- o Conocer las características de los principales tipos de muestras ambientales, los analitos de interés presentes en estas muestras y los niveles de concentración en que se pueden encontrar.



- o Resaltar la importancia que, dentro de un mismo contaminante, tiene cada especie química en el impacto ambiental.
- o Dar a conocer los aspectos básicos del análisis aplicado a muestras atmosféricas, aguas y suelos y sedimentos.
- o Fomentar el espíritu crítico del alumno para que sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a casos concretos relacionados con el análisis ambiental.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimientos de Química Analítica, métodos instrumentales de análisis y estadística aplicada.

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber cursado y superado las asignaturas de *Química Analítica I*, *Química Analítica II* y *Química Analítica III*. Puede ser complementaria la elección de la asignatura optativa *Metodologías Avanzadas en Química Analítica* de este mismo curso.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Papel de la Química Analítica en la resolución de problemas medioambientales. Tipos de muestras, analitos y niveles de concentración. Especiación: Importancia de la especie química en el impacto medioambiental. Análisis de muestras atmosféricas: Tipo de contaminantes presentes en la atmósfera, muestreadores, técnicas analíticas y análisis de partículas y aerosoles; contaminación, control de calidad y legislación vigente; aplicaciones más relevantes. Análisis de muestras de aguas: Medida de parámetros físico-químicos característicos de las aguas; indicadores biológicos de las aguas; análisis de sustancias orgánicas e inorgánicas; muestreo, técnicas analíticas; contaminación, control de calidad y legislación nacional e internacional vigente (métodos EPA); aplicaciones más relevantes. Análisis de muestras de suelos y lodos: Características físico-químicas de los suelos; métodos químicos e instrumentales en el análisis de suelos y lodos; contaminación, origen y análisis de contaminantes; legislación vigente.

■ PROGRAMA:

TEÓRICO

Tema 1. Introducción. Química Analítica y Medio Ambiente.

Papel de la Química Analítica en la resolución de problemas ambientales. Metodología y particularidades del análisis ambiental (toma de muestras ambientales, métodos analíticos, análisis de trazas).

Tema 2. Análisis de muestras atmosféricas.



Estructura fisicoquímica de la atmósfera. Contaminantes atmosféricos. Técnicas y métodos de análisis de partículas y aerosoles. Análisis de contaminantes gaseosos. Ejemplos.

Tema 3. Análisis de aguas.

Características y composición química de las aguas naturales. Toma de muestras (planificación y dispositivos). Determinación de principales parámetros físico-químicos de las aguas. Análisis de componentes mayoritarios. Determinación de componentes minoritarios y contaminantes.

Tema 4. Análisis de suelos y sedimentos.

Estructura y características físico-químicas de los suelos. Composición química del suelo. Contaminación y origen de los contaminantes. Toma y preparación de muestra. Procedimientos generales.

Tema 5. Especiación.

Importancia de la especie química en el impacto ambiental. Tipos de especies. Métodos analíticos de especiación. Técnicas acopladas en especiación.

Seminarios teórico-prácticos. El alumno elaborará procedimientos de análisis de muestras medioambientales asignadas por los profesores para los principales parámetros físico-químicos y contaminantes prioritarios. Los procedimientos serán discutidos en exposición pública por el grupo y los profesores.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-MA1:** Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
- **CG3-MA1:** Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química Analítica o en áreas multidisciplinares.
- **CG4-MA1:** Plasmar conocimientos avanzados de Química Analítica en el lenguaje científico, universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.
- **CG7-MA1:** Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en Química Analítica y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
- **CG8-MA1:** Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química Analítica.
- **CG13-MA1:** Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación

■ ESPECÍFICAS:

- **CE7-MAQA4:** Reconocer la importancia de la Química Analítica en la evaluación de la contaminación ambiental, reconociendo los tipos de muestras ambientales, analitos y niveles de concentración de dichas muestras.



- **CE7-MAQA5:** Aplicar las metodologías analíticas más usuales para el análisis de contaminantes orgánicos e inorgánicos en aire, agua, suelos y biota y en particular en lo referente a la especiación como herramienta para evaluar el impacto ambiental de la especie química.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1-MA1:** Elaborar y escribir informes analíticos de carácter científico y técnico.
- **CT2-MA1:** Trabajar en equipo
- **CT3-MA1:** Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico
- **CT4-MA1:** Seleccionar el método más adecuado para resolver un problema analítico planteado
- **CT5-MA1:** Consultar, utilizar y analizar cualquier fuente bibliográfica
- **CT5-MA2:** Manejar bibliografía y bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet
- **CT8-MA1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales más habituales
- **CT11-MA1:** Desarrollar trabajo autónomo
- **CT12-MA1:** Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente

VI. – RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Una vez superada esta asignatura, el alumno debe ser capaz de:

1. Identificar las principales áreas de conocimiento implicadas en el estudio del Medio Ambiente.
2. Definir los principales conceptos relacionados con la Química Ambiental.
3. Explicar conceptos técnicos y legales como Límites Máximos de Residuo (LMR), Concentración Máxima Admisible, etc., relacionados con la presencia de determinadas sustancias presentes en el Medio Ambiente.
4. Describir los diferentes procedimientos de muestreo, conservación y preparación de muestras, propios del análisis ambiental.
5. Describir la estructura físico-química de la atmósfera y su composición química.
6. Identificar el origen y describir la evolución de los principales contaminantes atmosféricos.
7. Describir los principales métodos de análisis de partículas atmosféricas y gases.
8. Clasificar las aguas naturales y describir sus principales características físicas y químicas, según su origen.
9. Describir los principales procedimientos de muestreo, así como los dispositivos utilizados para este fin.
10. Definir los parámetros físico-químicos generales, utilizados para establecer la calidad del agua y determinar los valores de algunos de estos parámetros.
11. Proponer procedimientos de análisis de sustancias minoritarias, naturales y contaminantes presentes en el agua.



12. Describir la estructura físico-química de la geosfera, en general, y del suelo en particular.
13. Identificar el origen, las causas y los efectos que sobre el suelo tienen determinados contaminantes.
14. Determinar el contenido de los principales nutrientes en suelos de uso agrícola así como de algunos contaminantes habitualmente presentes en este medio.
15. Utilizar conceptos como biodisponibilidad, movilidad ambiental y bioacumulación.
16. Valorar la importancia que tiene el que una especie se presente en el medio ambiente bajo diferentes formas químicas.
17. Clasificar los principales acoplamientos de técnicas para el análisis de las especies químicas.

VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	35	65	4,0
Seminarios (teóricos y prácticos)	10	10	0,8
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	8	0,4
Prácticas			-
Preparación de trabajos y exámenes	5	15	0,8
Total	52	98	6

VIII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje en colaboración y el autoaprendizaje. Las actividades formativas se llevarán a cabo mediante clases teóricas, seminarios, resolución de supuestos teórico-prácticos y problemas y elaboración y presentación de trabajos en tutorías dirigidas. En las clases presenciales de **teoría** se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán claramente el contenido y objetivos principales del tema en estudio. Al final del tema se plantearán cuestiones que permitirán interrelacionar los conocimientos ya adquiridos. En las clases de **seminarios** se explicarán problemas y casos teórico-prácticos relacionados con los temas desarrollados en las clases de teoría y se fomentará la participación de los estudiantes, suministrándole previamente una relación de casos-problema, algunos de ellos para ser resueltos, total o parcialmente, en un laboratorio analítico. Las **tutorías** se realizarán con grupos reducidos, en las que se discutirán los problemas y las cuestiones propuestos por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.



Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se utilizará en las clases práctica y en los seminarios.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- R. N. Reeve. *“Introduction to Environmental Analysis”*. John Wiley & Sons, LTD. Chichester. 2002.
- N. Radojevic; V. N. Bahkin *“Practical Environmental Analysis”*. RSC. 2006.

■ COMPLEMENTARIA:

- C. Zhang. *“Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis”*. Wiley-Interscience. 2007.
- J. R Dean. *“Methods for environmental trace analysis”*. John Wiley & Sons. West Sussex. 2003.
- F. W. Fifield; P. J. Haines (Eds.) *“Environmental Analytical Chemistry”*. Blackie Acad. & Professional. 1997.

En caso necesario, además de estos textos, se indicará a los alumnos la bibliografía específica para cada tema.

X.- EVALUACIÓN

Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70 % de total de sesiones en que se reparten las actividades presenciales. El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Será necesario alcanzar 5 puntos entre todas las actividades para aprobar la asignatura. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes, entrega de ejercicios, trabajo en grupo,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 25%

Se considerarán en este apartado las cuestiones y problemas, teóricos y prácticos, propuestos por el profesor, para su calificación a lo largo del curso, tanto en las tutorías programadas como en actividades no presenciales, así como cualquier otro trabajo realizado sobre diferentes aspectos relacionados con los contenidos de la asignatura. En el cómputo total para la calificación de este apartado, dos tercios de la calificación



corresponderán a las cuestiones y resolución de supuestos teóricos y el tercio restante a la resolución de los problemas de tipo práctico.

Competencias evaluadas: CG1-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CG8-MA1, CG13-MA1, CE7-MAQA4, CT1-MA1, CT2-MA1, CT3-MA1, CT4-MA1, CT5-MA1, CT5-MA2, CT8-MA1, CT11-MA1, CT12-MA1.

■ EXAMENES ESCRITOS:

70%

Convocatoria ordinaria:

Podrán presentarse a este examen aquellos alumnos que hayan asistido al 70 % de actividades presenciales en su conjunto. A los alumnos que hubieran perdido el derecho a examen final como consecuencia de no cumplir estos requisitos se les calificará como SUSPENSO en las actas de la convocatoria ordinaria.

El examen final tendrá lugar al finalizar el primer semestre, en la fecha, hora y lugar previamente fijado por las autoridades académicas del centro. En este examen, el alumno deberá demostrar la suficiencia de los conocimientos adquiridos a lo largo del semestre contestando a una serie de cuestiones teóricas y supuestos teórico-prácticos. En el examen figurarán las puntuaciones máximas que se otorgan a cada pregunta o problema a resolver. La calificación de este examen supondrá un 70 % de la calificación final, siendo necesaria, a efectos de ponderación con las otras calificaciones, que el alumno obtenga al menos una calificación de 4,0 puntos.

Convocatoria extraordinaria:

A aquellos alumnos que no alcancen el mínimo de cuatro puntos exigido en el examen final, o que la media ponderada de todos los elementos de evaluación no alcance la calificación de 5 puntos, se les realizará un examen en la convocatoria extraordinaria. Para la calificación final de esta convocatoria extraordinaria se mantendrán los mismos criterios de calificación mínima y media ponderada que para la convocatoria ordinaria de febrero. No obstante, los alumnos que deseen mejorar la calificación correspondiente al apartado TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS deberán resolver y entregar, antes del día del examen, una colección de problemas y cuestiones según le indique el profesor o los trabajos que éste estime oportunos, debiendo resolver, al menos uno de los problemas, durante el transcurso del examen.

Competencias evaluadas: CG3-MA1, CG4-MA1, CG7-MA1, CE7-MAQA5, CT3-MA1, CT11-MA1.

■ PARTICIPACION ACTIVA:

5%

Se considerará la participación del alumno en las clases presenciales de teoría, seminarios y tutoría.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1.- Introducción. Química Analítica y Medio Ambiente.	Clases Teoría	5	1	1ª semana	2ª semana
	Seminario	1	1		
2.- Análisis de muestras atmosféricas.	Clases Teoría	7	1	3ª semana	5ª semana
	Seminario	2	1		
3.- Análisis de aguas.	Clases Teoría	11	1	6ª semana	10ª semana
	Seminario	4	1		
	Tutoría programada*	1	2	Por determinar	
4.- Análisis de suelos y sedimentos.	Clases Teoría	10	1	11ª semana	14ª semana
	Seminario	2	1		
5.- Especiación.	Clases Teoría	2	1	15ª semana	15ª semana
	Seminario	1	1		
	Tutoría programada*	1	2	Por determinar	

* Las semanas de las tutorías programadas dependen de la planificación del resto de asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG1, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13, CE7-MAQA4, CE7-MAQA5, CT4, CT5, CT12.	Exposición de aspectos teóricos de la asignatura.	Toma de apuntes. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	35	65	100	5%
Seminarios		Aplicación de la teoría a la resolución de problemas y supuestos teórico-prácticos.	Resolución de ejercicios y cuestiones. Formulación de preguntas y dudas.		10	10	20	
Tutorías/ Trabajo personal	CG4, CG7, CG8, CG13, CE7-MAQA4, CE7-MAQA5, CT1, CT2, CT4, CT5, CT8, CT11, CT12.	Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Elaboración y propuesta de trabajos. Valoración crítica de los mismos.	Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia. Planteamiento de cuestiones y respuesta a las propuestas por el profesor.		2	8	10	25%
Laboratorios	-	-	-	-				-
Exámenes/ Controles	CG3, CG4, CG7, CG13, CE7-MAQA4, CE7-MAQA5, CT3.	Propuesta, vigilancia y corrección de los controles. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes y/o controles.	Calificación de los exámenes realizados.	5	15	20	70%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación



ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

VIII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitadas en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase. Siempre que sea posible se grabará la clase con Microfoft Teams con cualquier otra herramienta informática disponible por los estudiantes, de forma que pueda seguirse tanto de forma síncrona como asíncrona.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
 - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Microsoft Teams. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación Power Point y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Tutorías Individuales**
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.
- **Seguimiento del alumnado**
En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.
En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Microsoft Teams), el nombre de los asistentes (Google Meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

X.- EVALUACIÓN

Se realizarán exámenes presenciales con el procedimiento descrito en el Escenario 1.



ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

VIII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría y seminario** que serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido, y (b) asíncronas.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en los Escenarios 1 y 2, presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz donde se incluyen las explicaciones necesarias como si fuese una clase presencial, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Como en los Escenarios anteriores, todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
 - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Microsoft Teams.
- **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2.
- **Seguimiento del alumnado**
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

X.- EVALUACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Identificación de estudiantes:**
En los minutos anteriores al inicio del examen, los alumnos deberán entregar un documento de compromiso escrito a mano y digitalizado en formato PDF, aceptando las normas para la realización de la prueba. El texto del documento, elaborado por el Departamento, estará disponible en el espacio de la asignatura del Campus Virtual. En dicho documento se deberá hacer constar: nombre y apellidos, firma, lugar y copia del DNI. La identificación de los alumnos que realicen el examen se llevará a cabo a través de: (i) entrada al Campus Virtual para poder visualizar los enunciados del examen, (ii) imagen de video a través de Google Meet o Microsoft Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil), (iii) documento de compromiso, y (iv) posible comprobación telemática a lo largo del examen por parte del profesor.
- **Tipo de examen:**
El examen se realizará utilizando una o varias de las herramientas disponibles en el Campus Virtual “Cuestionarios” y/o “Tareas” con acceso secuencial a las preguntas. Consistirá en tres pruebas que se irán entregando y resolviendo de forma secuencial con un tiempo de separación entre ellas de cinco minutos. De tal manera que diferentes estudiantes pueden acceder a exámenes diferentes.



- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**
Durante la realización de la prueba, los alumnos deberán tener conectada una cámara (del ordenador o del móvil) que haga posible la comprobación por parte del profesor del cumplimiento del compromiso firmado por el alumno para realizar el examen de forma individual y con los medios indicados.
- **Revisión de exámenes:**
Los estudiantes que deseen revisión se pondrán en contacto con los profesores de su grupo mediante correo electrónico y se establecerá el horario de revisión individual mediante Microsoft Teams. El estudiante conservará copia de los ficheros PDF enviados como respuesta del examen para facilitar la revisión. Por otra parte, el profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen dentro del plazo que se establezca para la revisión de los mismos que se notificará en el CV.
- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**
El profesor conservará los ficheros (en el formato electrónico que se especifique) del ejercicio de examen enviados por el estudiante, con las calificaciones parciales que estime oportunas. Además, si se estima oportuno, se podrá proceder a la grabación de la sesión del examen, con las limitaciones establecidas por la UCM, para posterior revisión si fuera necesario. Dicha grabación, de efectuarse, se almacenará con las medidas de seguridad necesarias en equipos de UCM y será eliminada pasado el tiempo de revisión.